

数学の基礎学力に対する現状報告

清水 共*

The Present Report for the Fundamental Scholastic Ability of Mathematics

Tomo SHIMIZU

Abstract

The purpose of this study is to report the present state of the fundamental scholastic ability of mathematics in our college. The examination paper to survey on the ability of arithmetic, unit conversion and so on is made. As a result of the survey for three years (from 2008 to 2010), the present states of the decline in the ability are reported.

Keywords: Fundamental Scholastic Ability, Arithmetic, Mathematics, Unit Conversion

1 はじめに

教育現場において教員の関心事の一つは、学生の学力向上である。しかしながら、単に「学力向上」といっても、それは雲を掴むような話である。「学力向上は夢物語である」という意味ではなく、非常に困難な道筋であるが一歩ずつ着実に歩まなければならない課題であるという意味である。

実際に本校において専門科目を教える立場として、最近の学生は「講義を理解する力」が非常に低下していると感じる。これが学力向上を妨げる大きな要因の一つであるというのが個人的見解である。講義を理解する力の根幹は「基礎学力」にある。十数年前、「分数ができない大学生」¹⁾という本が出版され、衝撃的なニュースとしてTVなどで話題となった。文系大学生や社会人でも「基礎学力」、即ち、昔から言われる「よみ、かき、そろばん」が重要であると説いている。

本校の学力向上を図るための第一歩として、現状を把握することが重要である。基礎学力調査といえ

ば、小中学生を対象にした全国学力・学習状況調査や国際学習到達度調査²⁾が有名であるが、本校学生の学力向上という点では的を射た調査といえない。そこで、本校学生に対して数学の基礎学力調査を独自に実施する。工学系専門教育において、数学に関する基礎学力の低下は死活問題である。

2 計算問題の構成

本報告書で対象とする数学の基礎学力調査に関する問題を、独断と偏見により、工学系の学生として小中学校で十分に修得していなければならない最低限の基礎計算問題とする。報告書には解答例として今回の調査に使用した実際の計算問題を付ける。以降において、調査に使用したこの問題を単に「計算問題」と呼ぶ。調査に使用した計算問題は、掲載する一種類のみであり、これにより数年間にわたる調査結果の比較を容易に行える利点がある。

計算問題は次の六つの分類に大別される。「単位」問題として、(長さ、重さ、時間、速さ)を例として単位と数値の換算に関して12問を出題する。「割合」問題として、割合や数式の関係(問題読解力)

*香川高等専門学校詫間キャンパス 電子システム工学科

を2問出題する。「式の変形」問題として方程式に関して1問を出題する。「文字式」問題として数式の演算に関して2問を出題する。「整数四則」問題として、数式演算の基本となる整数に対する四則演算が完璧であることを確認するため3問の出題をする。「分数四則」問題として有理数の四則演算に関して5問を出題する。

調査対象となる学生の過度の負担にならぬように、問題数を全25問とする。解答時間は10分程度を想定しているが、実際の調査においては、調査の趣旨を考慮して計算速度を重要視せず、十分な解答時間として想定の二倍の20分程度を実施時間とする。

3 2008年度の新入生

2008年度に香川高専（旧詫間電波高専）の1年生（計163名）を対象に実施した調査結果をまとめる。調査は四学科（電子工学科、情報通信工学科、電子制御工学科、情報工学科）別に2008年10月に実施した。以下で使用する(A,B,C,D)は、四つの学科名を表しているが前述の四学科とは順序不同である。

表1は、計算問題を前記した六つの問題に分類した場合の不正解の割合（不正解率）を表している。学科別の正解率の比較から、不正解率が低い（正解率が高い）A学科に比べB,C,D学科は総合で約一割の差が存在する。この傾向は、「整数四則」問題を除く他の問題分類全てに現れることが確認できる。全学生に対する全問題の平均不正解率は23.0%である。この割合は、計算に付きものとされるケアレスミスも考慮しても非常に高い数値であると言わざるを得ない。非常に高い不正解率を示している「式の変形」と「文字式」問題に注目する。これらは文字を含む数式に関する問題であり、他の問題の大部分が小学生の時に学習する算数の問題であるのに対して、数学として中学生が始めに学習する問題であり、習熟度が極めて低いことが分かる。学生の解答から方程式の解法が全く理解できていない学生、また、等号を含む方程式の問題（計算問題の016番目）と数式の演算の問題（計算問題の017,018番目）の問題の違いが理解できない学生が非常に多いことが確認できる。講義を直に教えた経験上、問題を創造性豊かに早とちりしてミスするのではなく本当の意味で、問題を理解できていないと分析する。

「整数四則」問題に関しては、平均で4.7%と他と比較して低い割合を示し、一先ず教員として安心を覚えるが、一方でB学科の12.3%が示す数値は専門教育を行う本校教育現場に危機感を与える結果

表1: 2008年度新入生の問題分類別の不正解率(%)

分類	A	B	C	D	平均
単位	14.1	21.9	20.0	23.6	20.0
割合	9.0	14.5	11.6	16.3	12.9
式の変形	59.0	73.7	72.1	81.4	71.8
文字式	44.9	55.3	59.3	52.3	53.1
整数四則	0.9	12.3	4.7	1.6	4.7
分数四則	15.4	24.2	25.1	28.8	23.6
平均	16.6	25.4	23.7	26.0	23.0

表2: 2008年度新入生の「単位」問題の不正解率(%)

分類	A	B	C	D	平均
長さ	13.3	14.7	18.1	19.1	16.4
重さ	0.0	7.9	0.0	11.6	4.9
時間	7.7	15.1	11.0	15.1	12.3
速さ	35.9	60.5	52.3	58.1	51.8
平均	14.1	21.9	20.0	23.6	20.0

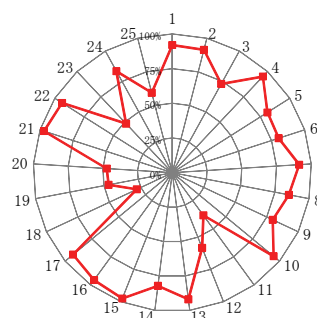


図1: 2008年度新入生の問題番号別の正解率

であるとも言える。

表2は、表1に示す分類項目「単位」を更に四つの物理量で分類し直したデータである。この四つの物理量である長さ[m]、重さ[kg]、時間[s]、速さ[m/s]は日常生活で利用される数量である。これらの四つの物理量の問題では、それぞれ次のような観点で問題を作成している。「長さ」と「重さ」問題は、一般常識として利用されているSI接頭辞と、数値と単位の関係の確認である。「時間」問題は10進法以外の単位換算、有理数をキチンと理解しているかどうかを確認する。「速さ」問題はこれらの応用問題である。

図1は、計算問題の各問題に対する一年生

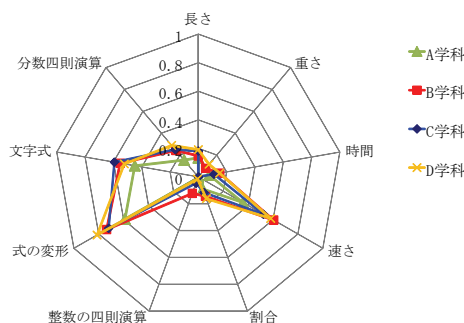


図 2: 2008 年度新入生学科別の問題分類不正解率

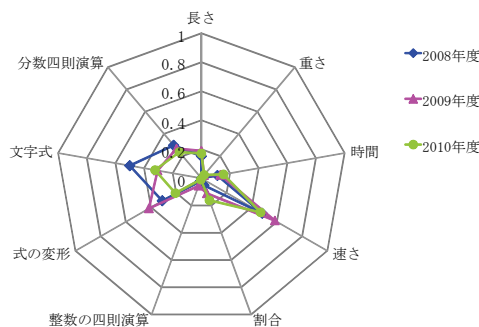


図 4: 四年生の問題分類別の不正解率の変遷

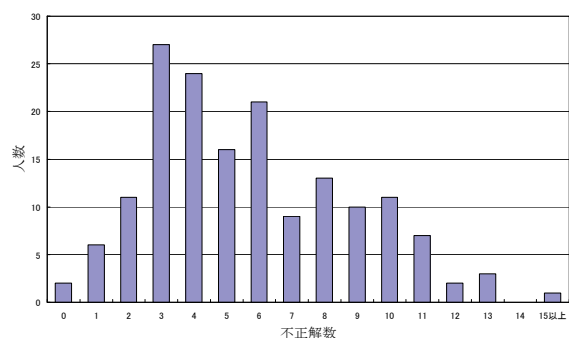


図 3: 2008 年度新入生の不正解問題数の度数分布

の平均正解率を示している。図から問題番号 11, 12, 18, 19, 20, 23, 25 が非常に低い数値を刻んでいることが分かる。問題番号 11, 12 は、「単位の速さ」問題であり、表 2 に示す他の問題と比較しても取り分け高い不正解率を出している。問題番号 11 の正解率が異様に低い理由は、単純で採点に際して、近似値を不正解として取り扱ったことが大きく影響している。正答 $\frac{500}{3} [\frac{m}{min}]$ に対して、学生の解答に $166 [\frac{m}{min}]$ や $167 [\frac{m}{min}]$ との記述を多数確認している。問題番号 12 の正解率が低い理由は、計算問題の問題番号 011 で説明されている速さの単位の表記を理解できていない点と、単純に表 2 でも示される時間の単位換算に加えて接頭辞の $k (= 10^3)$ が正しく理解されていないためである。問題番号 18, 19, 20 は前述したように表 1 の「式の変形」と「文字式」の問題である。五問ある「分数四則」問題のうち問題番号 23, 25 の正解率が他の「分数四則」問題と比較して低い理由は単純であり、有理数の計算のうち分数の割り算を正しく計算できないためである。

図 2 は、表 1, 2 に示す学科平均別の問題分類に対する不正解率プロットである。平均正解率が学科間で大きく異なっても、問題分類別の正解率分布は、「文字式」、「式の変形」、「速さ」で高い不正解率をとる同一の傾向が得られる。

図 3 は、一年生全員を対象にした不正解問題数

の度数分布を描画したグラフである。163 人中 2 名 (約 1.2%) が 25 問の全問正解者である。平均不正解問題数は約 5.75 個である。平均不正解数を境にして左右に二山を持つ幅広い分布となる。

本校の専門科目の履修において数式を自在に扱える能力は必須であり、基礎計算能力の低下は専門教育の面からも大きな課題である。また、特に講義を行う上で重要となる学科 (クラス) 内での学生の学力水準のバラツキの大きさが、直接的に講義中の学習効率を低下させる要因として問題視される。

4 四年生の基礎計算能力推移

ここでは、本校の特定学科の四年生を対象として 2008 年度から 2010 年度まで三年間連続で調査した結果を報告する。平均調査対象人数は 33 人である。高専の四年生は、大学の一年生に相当する。したがって、前述した高校一年生の調査結果とは明らかに異なる高水準の数学の基礎学力が要求されるべきである。

結論から報告すると、工学系の大学生に必要な不可欠な基礎学力からはほど遠い調査結果が得られている。個人的見解としては、今回使用している計算問題に対して学生が満足しなければならない平均正解率は、ほぼ 100% を達成すべきである。即ち、学科全体として数名がケアレスミスを犯すことは許容範囲であるが、解けない問題が存在することは問題外である。

図 4 は、図 2 と同一の統計グラフであり、過去三年間の問題分野別の不正解率を示している。唯一救われる結果は、図 2 との比較から、データの分布領域が縮小していることが挙げられる。すなわち、正解率が高校一年生に比べ多少上昇している。これを裏付けるデータとして、表 3 に過去三年間の学科内平均不正解率を載せる。表 1 に示す高校一年生の全体平均不正解率 23.0% と比較しても一割以上低い不

表 3: 四年生の学科内平均不正解率の遷移

年度	2008	2009	2010
平均 [%]	20.6	21.7	19.3

表 4: 習熟度別の平均解答数

習熟度	A	B	C	D
解答数 [問]	16.2	2.79	2.58	3.42

正解率を維持する結果が得られる。

5 高校課程を通じた計算力の変遷

ここでは、2008年度に一年生で実施した学力調査と2010年度に三年生として実施した学力調査結果を個人別に比較検討する。比較対象学生は、特定の学科のみであり比較対象学生数は24名である。

同一の計算問題を使用した調査により、全25問存在する各問題毎に学生一人一人の習熟状況を把握可能である。具体的には、以下に示す四つの習熟度を導入する。

- 習熟度 A: 一年生の時に正解した問題を三年生で再び正解する。十分に問題を習熟している。
- 習熟度 B: 一年生の時に不正解であった問題を三年生で正解する。学習効果が現れている可能性が大きい。
- 習熟度 C: 一年生の時に不正解であった問題を三年生で再び不正解となる。学習向上が認められない。早急の問題解決が必要。
- 習熟度 D: 一年生の時に正解した問題を三年生で不正解となる。一年生の時の正解は運であり、習熟していると認められない状況である。早急の問題解決が必要。

表4は、習熟度別の平均解答数である。習熟度AとCが実質的に計算力の向上に寄与していない事を考えると、習熟度BとDから、平均解答数で見ると、基礎学力は高専入学時と比較して低下しているという結論を得る。図5は、習熟度A以外の解答数に対する各習熟度(B,C,D)の増加率を表している。習熟度Aの問題は十分に習熟できていると仮定して、残りの習熟度の関係を表したグラフである。既知の通り、もし習熟度Bの増加率が全体的に高ければ高専低学年における学習効果が高専入

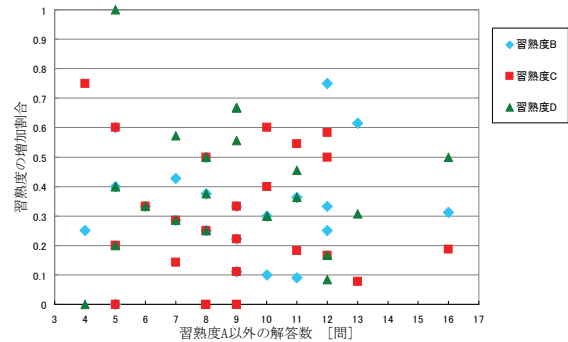


図 5: 各習熟度の増加率

学以前に修得しておかなければならない基礎学力向上にも良好な影響をもたらしていると結論づけられる。しかしながら、この結果からは基礎学力向上を裏付ける相関関係は見られない。

6 おわりに

本校学生の学力低下の現状を把握するために、数学における基礎学力調査用の計算問題を作製して、三年間の学力調査を行った。調査結果の比較・検討により、本校学生の数学に関する基礎学力低下が危機的な状況にあることが示された。また、三年に渡る調査から、数学における基礎学力を向上させるためには、少なくとも現行の高専教育では不十分であり、別途に専用の教育プランを導入することが必要であると結論づけられる。

この調査は、旧詫間電波高専の学生を対象として実施したが、調査対象を香川高専に変更した持続的な調査が重要であり、調査結果を踏まえた改善計画の作成、実施が今後の課題である。

謝辞

本調査実施に際して、本キャンパス教員の塩沢隆広 教授と森宗太郎 講師には学力調査にご協力いただいたことを深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 岡部恒治, 戸瀬信之, 西村和雄: "分数ができない大学生", 東洋経済新報社 (1999)
- 2) 文部科学省: "全国的な学力調査", http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/index.htm (2010)

計算問題	No.	氏名	解答例
001. 1 [cm] は、何 [m]	001	<u>0.01 [m]</u>	015. $2 \times (-10 - 5) =$ 015 <u>-30</u>
002. 1 [cm] は、何 [mm]	002	<u>10 [mm]</u>	016. $5 \times (-5) + 10 =$ 016 <u>-15</u>
003. 0.1 [km] は、何 [mm]	003	<u>100,000 [mm]</u>	017. $3 + 4 \times (-2) + 10 =$ 017 <u>5</u>
004. 1 [kg] は、何 [g]	004	<u>1,000 [g]</u>	018. $(3 + a)b + a = 2$ [a = に変換せよ。] 018 <u>$a = \frac{2-3b}{1+b}$</u>
005. 1 [m ²] は、何 [cm ²]	005	<u>10,000 [cm²]</u>	019. $-\frac{a-2b}{2} + a =$ 019 <u>$\frac{a+2b}{2}$</u>
006. 1 [m ³] は、何 [cm ³]	006	<u>1,000,000 [cm³]</u>	020. $\frac{a+2b}{3} \times \frac{1}{2b} =$ 020 <u>$\frac{a+2b}{6b}$</u>
007. $\frac{1}{4}$ 時間は、何 [分]	007	<u>15 [分]</u>	021. $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} =$ 021 <u>$\frac{5}{6}$</u>
008. 3 分は、何 [時間] (小数で答えよ)	008	<u>0.05 [時間]</u>	022. $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} =$ 022 <u>$\frac{7}{12}$</u>
009. 183 秒は、何 [分] (小数で答えよ)	009	<u>3.05 [分]</u>	023. $\frac{2}{3} \div \frac{21}{14} =$ 023 <u>$\frac{4}{9}$</u>
010. 2 時間は、何 [秒]	010	<u>7200 [秒]</u>	024. $0.25 \times \frac{1}{4} =$ 024 <u>$\frac{1}{16}$</u>
011. 時速10 [km] (10 [km/h]) は、 分速何 [m] (何 [m/min])	011	<u>$\frac{500}{3}$ [m/min]</u>	025. $\frac{12}{5} \times \frac{8}{21} \div \frac{16}{15} - \frac{13}{14} \times (-2) =$ 025 <u>$\frac{19}{7}$</u>
012. 180 [km/min] は、何 [m/s]	012	<u>3000 [m/s]</u>	
013. 2000 円の 25 % は、いくらか。	013	<u>500 円</u>	
014. 200 円は、4000 円の何 % か。	014	<u>5 %</u>	

第 学年 年 月 日